

和音性印象構造モデルに基づく感情特性の個人差分析

西田智徳¹ 片平建史² 岡崎聡³ 山崎陽一¹ 長田典子¹

概要: 本研究では、三和音に関して和音聴取時の心理反応の個人差を考慮することにより、和音の音響的特徴から感情反応までを精度良く説明する和音性印象構造モデルの構築が可能なかを検討した。研究では 30 名の参加者を対象として 20 種の和音刺激を用いた主観評価実験を行った。評価を分析した結果、和音聴取時の感情反応傾向に個人差があることを明らかにした。また、和音の印象評価にも個人差があり、これを説明する 3 つの印象評価タイプを見出した。これらの印象評価タイプについて、4 層（音響特徴量—低次印象—高次印象—感情）からなる和音性印象構造モデルを構築した。その結果、印象評価タイプにより分類することで従来の全評価を平均したモデルと比較して高精度なモデル構築が可能であることを示した。

Analysis of Individual Differences in Emotional Characteristics Based on the Chordal Impression Structure Model

TOMONORI NISHIDA^{†1} KENJI KATAHIRA^{†2} SATOSHI OKAZAKI^{†3}
YOICHI YAMAZAKI^{†1} NORIKO NAGATA^{†1}

1. はじめに

和音は音楽を形作る上で重要な要素であり、これまでさまざまな観点から研究が行われてきた。近年では、不協和音の心地良さ[1]やカデンツに対する感情[2]についての研究が実施されている。その中でも下菌[3]は、和音の印象を音響特徴量と結び付けた和音性印象多層構造モデルを導き出した。しかし、このモデルは実験参加者の個人差について考慮されていない。一方で、浅川[4]は調性的な構造を有するエンジン音に関してコアアフェクトの観点からエンジン音を聴取した際の情動反応が異なる実験参加者を見出した。これは和音に対しても情動反応の個人差が存在することを示唆するものである。しかしながら、そのような観点からの研究は少ない[5][6]。

そこで本研究では、和音聴取における情動反応の個人差の有無を解明し、その背景に横たわる認知的な構造の違いを和音認知に対する価値構造の階層性（感情、印象、物理量）を考慮した和音性印象構造モデルを構築することで明らかにすることを目的とする。まず主観評価実験により、三和音を聴取した際の感情反応及び和音の印象評価のデータを収集し、そのデータに基づき感情反応及び印象評価傾向に個人差があるのかを検証する。そして個人差を考慮したモデルを構築しその有効性を示す。

2. 主観評価実験

2.1 目的

和音性印象構造モデルの各層を構成する要素を明らかにするため、三和音を聴取した際に喚起される感情から和音に対する印象までの心理反応を計測及び因子分析による感性的な評価軸の抽出を試みた。

2.2 実験参加者

実験は、健全な聴力を有した大学生・大学院生 30 名（男性 15 名、女性 15 名、音楽経験者 15 名、音楽未経験者 15 名、平均年齢=22.17 歳、SD=1.10）を対象に実施した。ここで音楽経験者は、先行研究[7]を参考に、和音を意識して演奏する楽器、または合唱などの声楽を合計 8 年以上経験している者である。

2.3 実験刺激

実験には、4 種類の楽器（Piano, Violin, Trumpet (inB♭), Clarinet (inB♭)）、5 種類の主要な三和音（Major, Minor, Dim, Aug, Sus4）の基本形の組み合わせである 20 種類の和音刺激を用いた（図 1）。また、音高による影響を取り除くため、最低音を E♭4、最高音を E♭5 に固定した。これらの音刺激は 4 秒間の長さで、作曲ソフト Muscore3 を用い作成された。なお、使用したサウンドフォントを Arachno SoundFont Version 1.0.sf2 である。音圧を RMS (Root Mean Square) の観点から統制するため Audacity により振幅の正規化処理を行った。

1 関西学院大学
Kwansei Gakuin University
2 早稲田大学
Waseda University
3 香川大学
Kagawa University

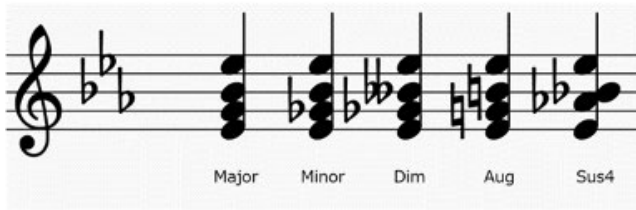


図 1 実験刺激として用いた和音種

2.4 実験環境

実験は関西学院大学の実験室に設置された心理学実験に用いるチャンバールーム内で行った。図 2 は、実験環境の外観を示したものである。実験刺激の提示環境は、音響アンプ (iFi nano iDSD) とヘッドホン (SONY MDR-CD900ST), 刺激提示用 PC から構成される。刺激提示用 PC からは、神経生理実験に用いられる提示プログラムである Presentation (Neurobehavioral Systems 社)を用いて実験刺激を提示した。また、主観評価は回答用 PC を用いて専用に構築した評価プログラムを用いて行った。

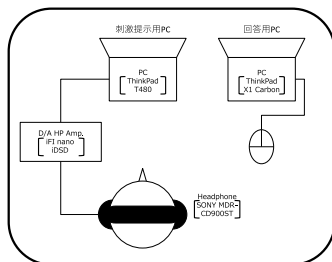


図 2 実験環境

2.5 実験手順

参加者は、最初に実験者から説明を受けた。参加者からは自由意志に基づく判断として研究への同意を書面により得た。なお、本実験は関西学院大学人を対象とする行動学系研究倫理の規程に則り実施した。同意を得た後に、参加者の聴力をオーゾメータで確認した後に、参加者は実験室内に設置された椅子に着座の後にヘッドホンを装着した。参加者は、この環境において提示された和音刺激を評価した。評価は、感情・印象それぞれについて実施した。

まず、感情評価においては、「快—不快」「覚醒—鎮静」の程度を Affect Grid 法により回答した。この一連の刺激聴取から回答までのセッションを、80 回 (20 種の音刺激それぞれを 4 回評価) 繰り返した。各セッションは、4 秒間の音刺激を聴取した後に、そのときの感情を回答、そして 10 秒間の休憩から構成されている。なお、Affect Grid 法では、「快—不快」と「覚醒—鎮静」のコアアフェクトの二次元空間を 9 × 9 のマトリクスとして表し、その一点を示すことでそのときの感情を回答した。

次に、印象評価では先行研究[3]に基づき和音の価値構造の各層を代表する 61 の評価語 (表 1) それぞれがどの程度

当てはまっているかを 7 段階のリッカート尺度により計測した。評価語は、価値構造を構成する感情層、印象層に分類されている。感情層については 25 語、印象層は 36 語 (高次の印象を表す 24 語、低次の印象を表す 12 語) である。評価では各刺激を 1 回、61 語について評価した。

表 1 評価語一覧

低次印象層	高次印象層	感情層
鈍い	温かな	安らぐ
よどんだ	美しい	安定な
複雑な	豊かな	温かな
溶け合わない	なごやかな	穏やかな
重厚な	エレガントな	なごやかな
低音にのびのある	深い	優しい
柔らかい	幸せな	楽しい
溶け合う	嬉しい	広がる
澄んだ	明るい	元気な
浮かんだ	陽気な	無感動な
ものたりない	ゆったりした	うっとりしい
弱々しい	生き生きした	不自然な
	刺激的な	生気のない
	不思議な	陰気な
	センチメンタルな	気持ち悪い
	つまらない	すっきりした
	暗い	綺麗な
	寒い	優雅な
	淡白な	生き生きした
	せかせかした	軽快な
	ドライな	すがすがしい
	不安な	快な
	憂鬱な	不快な
	寂しい	好きな
		嫌いな

2.6 因子分析

収集された主観評価データに基づいた因子分析により、和音性階層構造モデルの高次印象層、低次印象層の 2 層それぞれを構成する評価軸の抽出を試みた。なお、本研究では和音構造と関係した心理反応にフォーカスした検討を行うため、予備検討により覚醒水準が異なるトランペットの音色を除き分析した。因子分析にあたって予備検討において、因子分析には HAD17.10 を用いた。抽出法は最尤法、回転法は Promax 回転を採用した。また因子数は平行分析を基準に決定した。

因子分析の結果、低次印象層は、協和的ではない印象を反映する FL1:協和(-), 強くない印象を表す FL2:強さ(-), 重厚な印象を表す FL3:重厚の 3 因子を抽出した (表 2)。また、高次印象層は、FH1:明るさ, FH2:陰気, FH3:美的, FH4:淡白, FH5:刺激の 5 因子を抽出した (表 3)。

表 2 因子負荷量 (低次印象層)

項目	協和(-)	強さ(-)	重厚
よどんだ	.821	-.073	.216
鈍い	.630	-.052	.238
溶け合わない	.553	-.345	-.185
複雑な	.543	-.009	.379
ものたりない	.429	.125	-.411
柔らかい	.038	.794	.017
溶け合う	-.304	.633	.332
浮かんだ	.041	.613	-.075
澄んだ	-.374	.530	-.105
弱々しい	.417	.457	-.384
重厚な	.211	.091	.830
低音にのびのある	.250	.144	.552

表 3 因子負荷量 (高次印象層)

項目	明るさ	陰気	美的	淡泊	刺激
温かな	.902	.151	.072	-.126	.057
陽気な	.799	-.046	-.087	-.054	.281
明るい	.696	-.163	.051	-.032	.209
なごやかな	.621	.018	.363	.141	-.092
嬉しい	.603	-.207	.223	.161	.148
幸せな	.592	-.208	.287	.129	.126
寂しい	.119	.853	.049	.065	-.139
不安な	-.078	.818	-.191	-.031	.147
センチメンタルな	.092	.773	.191	.079	.009
憂鬱な	-.120	.748	-.119	.040	.060
暗い	-.279	.631	.090	.067	-.002
寒い	-.237	.527	.275	.287	.061
エレガントな	-.070	-.026	.748	-.032	.041
美しい	.176	-.048	.708	.034	.040
ゆったりした	.288	.224	.597	.054	-.392
深い	-.111	.271	.555	-.216	.188
豊かな	.380	.178	.487	-.225	.141
不思議な	-.274	.297	.329	-.014	.216
ドライな	-.234	-.032	.070	.784	.198
淡泊な	.148	.043	-.062	.774	-.021
つまらない	.176	.204	-.211	.572	-.071
刺激的な	-.111	.113	-.018	.048	.757
せかせかした	.177	.187	-.434	.086	.668
生き生きした	.403	-.125	.126	.018	.513

3. 和音聴取に対する心理反応の個人差

3.1 目的

和音聴取時の心理反応について個人差があるのかを明らかにするため、感情層、高次印象層、低次印象層のそれぞれについて和音を基準とした評価傾向の差異の有無を検証した。

3.2 感情反応傾向の個人差

参加者毎に「快-不快」「覚醒-鎮静」の得点の4回分の評価の平均値を各刺激について計算し、これを和音刺激の代表値とした。次に、参加者毎に「快-不快」と「覚醒-鎮静」の間の相関係数を計算し、これを参加者の感情反応傾向を表す特徴量とした。この特徴量の分布を図2に示した。図には参加者を相関係数の順番に並べたものであり、負の相関から正の相関までほぼ連続的に分布しており、感情反応傾向の観点から個人差があることが分かる。また、この特徴量を基準として階層型クラスタ分析(Ward法)により参加者は、正の相関群(15名)と負の相関群(15名)に分類された。これらの群は同数であり、三和音であってもその感情反応傾向は多様であることが示唆された。

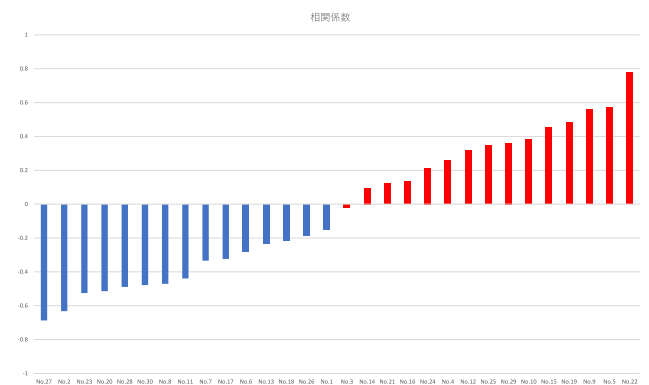


図 2 感情反応傾向の個人差 (相関係数の分布)

3.3 印象評価の個人差

和音性階層構造モデルの観点から、3.2で明らかになった感情評価傾向の個人差は、和音の印象形成に関わる個人差(印象層を構成する評価軸の使われ方)や和音の印象を統合し感情反応の形成に至る認知的基盤の差異など多層的な要因が考えられる。この要因をより特定するため、本研究では前者の和音の印象形成の個人差があるのかを検討した。

検討では、高次印象層、低次印象層を構成する各因子それぞれで、参加者間の相関係数行列をもとめ同じ和音の印象評価の傾向を有する参加者の集まりをクラスタ分析(群平均法)により抽出した。ここで典型的な相関係数行列としてFH1:明るさ、FH5:刺激因子それぞれについて可視化したものを図3及び図4に示した。相関係数が1に近づくほど赤色、-1に近づくほど青色になるよう条件付けし、視覚的に一貫性の有無を理解できるようにした。その結果、三和音の印象においては、「明るさ」や「陰気」の因子で一貫性があり、それ以外の「重厚」や「刺激」などの因子では個人差があるとわかる。

図 3 FH1:明しさ因子の相関係数行列

図 4 FH5:刺激因子の相関係数行列

次に、全因子についてクラスタ分析の結果の一覧を表 4 に示した。この表は、縦方向に参加者、列方向に因子をならべたもので、参加者と因子の対応したセルの整数値は参加者が分類されたクラスタ（参加者群）の番号を表している。また、各因子について参加者群内及び群間相関を表の上部に示した。参加者群内相関の値が大きく、群間相関の値が小さい場合、それはその因子において個人差の傾向が一貫していることを表している。また、表 4 から、FH1:明しさ、FH2:陰気は全参加者の 2/3 が属する大きな参加者群が存在するが、程度の差はあれ全ての印象について個人差が存在することが分かる。

3.4 印象評価タイプ

次に、印象評価タイプの抽出を試みた。ここでは、表 4 の結果のうち「明しさ」「陰気」「美的」因子（高次印象層の第 1~3 因子）について、同じ評価傾向を有する参加者の集まりの有無を検討した。その結果、3 つの印象評価タイプを見出すことに成功した。残りの 7 名は、一貫した傾向が認められない参加者であった。

また、各印象評価タイプ毎が、各印象をどのように評価する傾向を有しているのかを確認するため、印象毎の分類番号について集計しその結果を表 7 に示した。全体的な傾向として、高次印象は印象評価タイプ内では印象評価の傾向に一貫性が認められるのに対して、低次印象では一貫性の程度は低いことが分かった。これは、三和音の評価において、低次印象の形成に関わる、音の知覚に関する要素の個人差の影響が大きいことを示唆している。

表 4 因子別の参加者の評価傾向とタイプ分類結果

		明しさ (FH1)	陰気 (FH2)	美的 (FH3)	強さ(-) (FL2)	重厚 (FL3)	協和(-) (FL1)	淡泊 (FH4)	刺激 (FH5)
群間相関		0.475	0.345	0.323	0.245	0.019	0.207	0.020	0.046
群内相関		0.756	0.684	0.533	0.525	0.500	0.485	0.455	0.424
ID/クラス		2	2	2	2	2	2	2	3
I	7	1	1	1	1	1	1	1	1
	1	1	1	1	1	1	1	1	3
	13	1	1	1	1	1	1	1	3
	26	1	1	1	1	2	1	3	1
	23	1	1	1	1	3	1	1	1
	22	1	1	1	1	3	1	1	4
	3	1	1	1	2	1	1	1	1
	30	1	1	1	2	1	1	1	2
	21	1	1	1	2	1	3	1	1
	29	1	1	1	3	1	1	1	1
II	16	1	1	1	3	1	2	1	1
	4	1	1	2	1	1	1	1	2
	9	1	1	2	1	1	1	1	3
	19	1	1	2	1	2	1	2	3
	24	1	1	2	1	3	1	1	3
	18	1	1	2	2	1	1	1	1
	10	1	1	2	2	2	1	1	1
	12	1	1	2	2	3	2	2	2
	27	1	1	2	3	1	1	1	1
	2	1	1	2	3	1	1	3	4
Otherwise	5	1	1	3	3	3	2	2	4
	25	2	1	1	1	1	1	1	1
III	28	2	2	1	1	1	1	1	1
	6	2	2	1	1	3	1	1	1
	11	2	2	1	2	1	3	1	1
Otherwise	20	2	2	2	2	2	2	2	1
	14	3	1	1	1	1	1	2	1
	8	3	1	1	2	1	1	1	1
	17	3	3	3	3	1	2	3	2
	15	3	3	3	3	2	2	1	3

表 5 印象評価タイプの各因子の評価傾向

Group	タイプ	明しさ (FH1)	陰気 (FH2)	美的 (FH3)	強さ(-) (FL2)	重厚 (FL3)	協和(-) (FL1)	淡泊 (FH4)	刺激 (FH5)
I	1	100%	100%	100%	55%	73%	82%	91%	64%
	2	0%	0%	0%	27%	9%	9%	0%	9%
	3	0%	0%	0%	18%	18%	9%	9%	18%
	4	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	9%
II	1	100%	100%	0%	44%	56%	89%	67%	33%
	2	0%	0%	100%	33%	22%	11%	22%	22%
	3	0%	0%	0%	22%	22%	0%	11%	33%
	4	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	11%
III	1	0%	0%	100%	67%	67%	67%	100%	100%
	2	100%	100%	0%	33%	0%	0%	0%	0%
	3	0%	0%	0%	0%	33%	33%	0%	0%
	4	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Otherwise	1	14%	57%	43%	29%	57%	43%	43%	57%
	2	29%	14%	14%	29%	29%	57%	43%	14%
	3	57%	29%	43%	43%	14%	0%	14%	14%
	4	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	14%

4. 和音性印象構造モデルの構築と分析

4.1 音響特徴量抽出

評価実験に用いた和音刺激について、算出区間を、刺激時間全体、Attack 区間、DSR 区間とし、55 次元の音響特徴量算出した (表 8)。算出には MATLAB (MIR Toolbox, MA Toolbox) を用いた。算出された特徴量に対して主成分分析を適用し、和音刺激の特徴を表現可能な 4 次元の特徴量 (非白色性、局所的粗さ、調性 Major、大域的粗さ) を抽出した。分析には、python の scikit-learn ライブラリを用いた。

表 8 音響特徴量の主成分基底

	非白色性 (AF1)	局所的粗さ (AF2)	調性Major (AF3)	帯域的粗さ (AF4)
max_envelope	-0.162418	0.132103	-0.021702	-0.000679
atkleap	-0.162418	0.132103	-0.021702	-0.000679
atktime	-0.18511	0.037717	-0.030153	-0.049967
atkslope	0.177405	0.040865	0.042449	0.119329
ratiomaj	0.012636	0.063252	0.365767	-0.193659
ratiomin	-0.012636	-0.063252	-0.365767	0.193659
ratiomaj_atk	-0.011967	0.08651	0.376414	-0.069236
ratiomin_atk	0.011967	-0.08651	-0.376414	0.069236
ratiomaj_dsr	0.022242	0.053041	0.364342	-0.193487
ratiomin_dsr	-0.022242	-0.053041	-0.364342	0.193487
meanLoudness	-0.151613	0.153407	-0.002019	0.004713
meanLoudnessA	-0.043337	0.235947	0.050287	0.11496
meanLoudnessDSR	-0.147274	0.163172	-0.001422	0.007468
meanSharpness	-0.165874	-0.10007	-0.014236	-0.102009
meanSharpnessA	-0.144814	-0.146423	-0.007203	-0.087897
meanSharpnessDSR	-0.171834	-0.088125	-0.017133	-0.087297
meanRoughness	-0.152449	0.14952	-0.020999	0.025434
meanRoughnessA	0.01629	0.199329	0.010735	0.24436
meanRoughnessDSR	-0.156836	0.142172	-0.02331	0.015397
maxRoughness	-0.008346	0.200868	0.036784	0.228476
maxRoughnessA	0.005522	0.189911	0.055847	0.234859
maxRoughnessDSR	-0.140039	0.169382	-0.02048	0.046359
fluctuation	-0.105035	-0.108144	-0.042222	-0.077496
fluctuationA	0.180656	-0.04386	0.056739	0.074151
fluctuationDSR	-0.143678	-0.086215	-0.113093	-0.209976
centroids	-0.092952	-0.186345	0.127464	0.188449
centroidsA	-0.184303	-0.041956	0.038679	0.046677
centroidsDSR	-0.115346	-0.189402	-0.017062	-0.124586
flatness	0.065914	-0.168029	0.146382	0.269613
flatnessA	-0.066126	-0.211863	0.097551	0.188601
flatnessDSR	0.068245	-0.217557	-0.016104	-0.09532
spreads	0.114208	-0.157145	0.115424	0.205011
spreadsA	-0.098394	-0.142613	0.120409	0.266183
spreadsDSR	0.164916	-0.124594	0.010796	-0.013934
skewness	0.147095	0.087223	-0.093147	-0.213039
skewnessA	0.184962	-0.013511	-0.039423	-0.060329
skewnessDSR	0.152071	0.117348	0.042476	0.130721
kurtosis	0.100528	0.158036	-0.114783	-0.236479
kurtosisA	0.171544	0.026679	-0.075213	-0.161354
kurtosisDSR	0.016977	0.240467	0.017602	0.134568
entropy	-0.06285	-0.235683	0.080638	0.079949
entropyA	-0.154161	-0.144406	0.041092	-0.018309
entropyDSR	-0.160834	-0.11805	-0.00109	-0.108518
brightness	-0.18268	-0.045727	0.057305	0.042071
brightnessA	-0.184169	0.053125	0.02173	0.010181
brightnessDSR	-0.185503	-0.028638	0.001242	-0.053663
regularityj	0.148141	0.134348	0.027753	0.065595
regularityj_A	0.17239	0.046958	-0.064899	-0.022388
regularityj_DSR	0.148666	0.103895	0.006741	0.024617
regularityK	-0.158434	0.134406	-0.039099	-0.005195
regularityK_A	-0.117741	0.189978	-0.061064	0.000349
regularityK_DSR	-0.149814	0.147037	-0.044492	-0.008827
rolloff	-0.104969	-0.125104	0.13646	0.268508
rolloffA	-0.188356	-0.006496	0.008208	0.017737
rolloff_DSR	-0.179027	-0.053643	-0.042298	-0.089718
寄与率	51%	26%	10%	9%
固有値	28.005378	14.242084	5.377359	4.808434

4.2 和音性印象構造モデルの構築

従来は参加者の個人差を考慮せず全参加者の感情・印象の得点を平均したものを代表値としてモデル構築を行っていた。本研究では、3つの印象評価タイプ毎にも出る構築を行った。ここで構築する和音性印象構造モデルは、感情層、高次印象層、低次印象層、音響特徴量の4層から構成されるものとし、各層の関係性をパス解析により記述した。パスの有無は、AIC基準のステップワイズ法による変数選択に基づく重回帰分析により決定した。また、関係性の分

析についてはより高次の要素を目的変数、低次の要素を説明変数とした。すなわち、モデル構築では感情層を最上位として、高次印象層、低次印象層、そして音響特徴量と階層性を設定し、上位の層は下位の層からの影響を受けるといった前提のもとでのモデル構築を行った。各因子得点は標準化した上で行った。分析には統計ソフト IBM SPSS Statistics 27 を使用した。なお、選定後は得られた構造は、共分散構造分析の観点からも妥当であるかを検証するため、適合度に基づく評価も行った。共分散構造分析には、統計分析ソフトである R の lavaan パッケージを用いた。

分析の結果として、従来の個人差を考慮しない全参加者の平均モデルは、共分散分析の観点からデータに適合したモデルを得ることができなかった。一方、印象評価タイプごとに構築したモデルは、良い適合度のモデルであることが分かった。各印象評価タイプの和音声印象構造モデルを図6、図7、図8に示した。以上の結果から、個人差を考慮することで三和音の感性的評価に関わる関係性を精度良く評価できる可能性があることを示した。

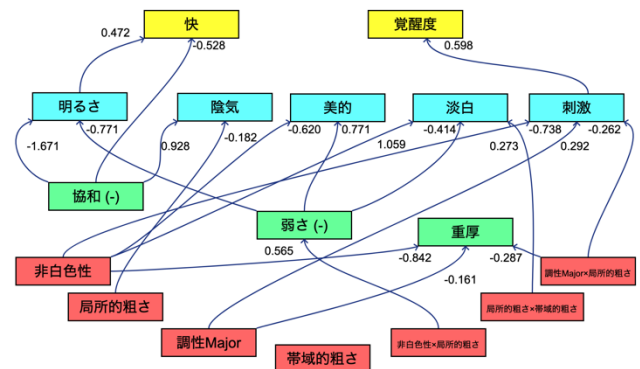


図 6 印象評価タイプ I のモデル (GFI=0.999, AGFI=0.999)

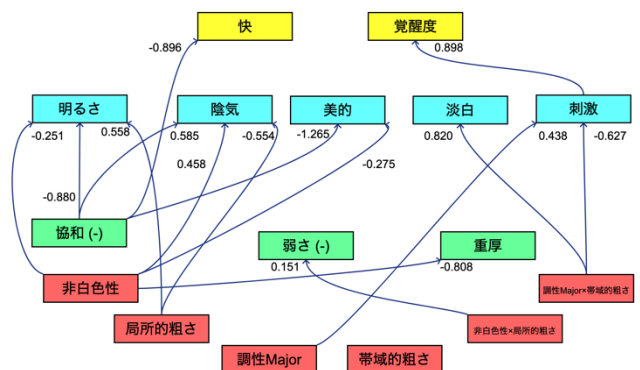


図 7 印象評価タイプ II のモデル (GFI=0.999, AGFI=0.997)

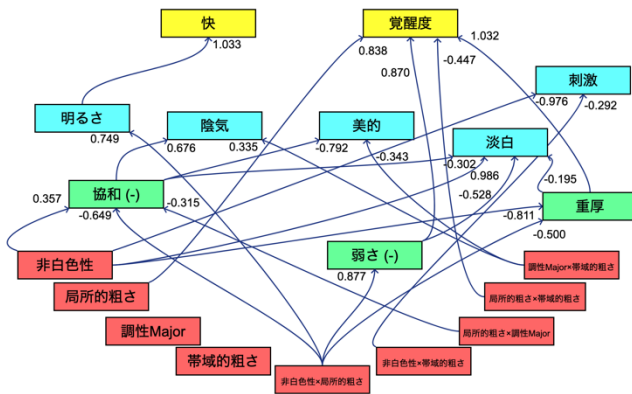


図 8 印象評価タイプ III のモデル (GFI=0.994, AGFI=0.988)

- 研究発表会講演論文集, vol. 3-9-1, pp. 1213-1216, 2022.
[7] 谷口高士. 2 純音による同時的音程の弁別に対する楽器経験の影響. The Japanese Journal of Psychology vol. 60, vol. no3, pp. 148-155, 1889.

5. まとめ

本研究では、三和音に関して和音聴取時の心理反応の個人差を考慮することにより、和音の音響的特徴から感情反応までを精度良く説明する和音性印象構造モデルの構築が可能かを検討した。30名の参加者を対象として20種の和音刺激を用いた主観評価実験を行い、分析した結果、和音聴取時の感情反応傾向に個人差があることがわかった。また、和音の印象評価にも個人差があり、これを説明する3つの印象評価タイプを見出した。これらの印象評価タイプについて、4層（音響特徴量—低次印象—高次印象—感情）からなる和音性印象構造モデルを構築した。その結果、印象評価タイプにより分類することで従来の全評価を平均したモデルと比較して高精度なモデル構築が可能であることがわかった。

参考文献

- [1] Popescu, T and Monja, P. N and Markus, N and Fernando, B and Wolfgang, M and Oren, B and Fabian, C. M and Martin, R. The pleasantness of sensory dissonance is mediated by musical style and expertise, Scientific Reports, 2019
[2] Smit, A. E and Felix, A. D and Nora, K. S and Andrew, J. M and Steffen, A. H. Perceived Emotions of Harmonic Cadences, SAGE journals, 2020
[3] 下薮大樹, 饗庭絵里子, 長田典子. 和音印象と音響特徴量との対応解明のための多層的表現. 日本音響学会 2016 年春季研究発表会講演論文集, 96, 2016.
[4] 浅川香, 矢野敦仁, 木村勝, 片平建史, 山崎陽一, 長田典子. 車室内エンジン加速音及び定速走行音の聴取時における感情評価の個人特性, 日本音響学会誌, vol.77 (11), pp. 694-697, 2021. 谷口高士. 2 純音による同時的音程の弁別に対する楽器経験の影響. The Japanese Journal of Psychology vol. 60, vol. no3, pp. 148-155, 1889.
[5] 西田智徳, 片平建史, 岡崎聡, 山崎陽一, 長田典子. 和音性印象構造モデルによる個人の感情評価特性の分析. 日本音響学会 2022 年春季研究発表会講演論文集, vol. 3-9-2, pp. 1217-1220, 2022.
[6] 村主野乃薫, 山崎陽一, 片平建史, 長田典子. 四和音における和音性印象構造モデルの構築と個人差の分析～コアアフェクト空間における個人差の検討～. 日本音響学会 2022 年春季